

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-308402

(43)Date of publication of application : 02.11.2001

(51)Int.Cl.

H01L 41/09
B41J 2/045
B41J 2/055
B41J 2/16
C04B 35/49
H01L 41/187

(21)Application number : 2000-126947

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 27.04.2000

(72)Inventor : KONDO MASAO

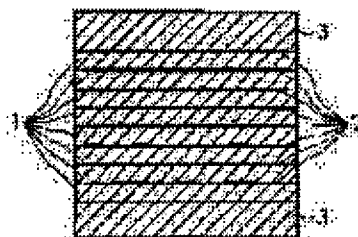
(54) CERAMICS PIEZOELECTRIC ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve reliability without using expensive metal such as platinum and palladium as an electrode for a ceramics piezoelectric element.

SOLUTION: As an electrode 2 to be formed to ceramics 1 whose main component is $a\text{PbNi}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3$ - $b\text{PbTiO}_3$ - $c\text{PbZrO}_3$ (where $0 \leq a, b, c \leq 1$, or more preferably, $0.3 < a < 0.8$, $0.2 < b < 0.7$, $0 < c < 0.5$ and $a+b+c=1$), in particular, ceramics 1 which contains silver of 0.001-1.0 wt.% to the main component, the electrode 2 which makes silver the main component and does not contain platinum and palladium or the electrode 2 which makes silver the main component and contains platinum and palladium of at most 10 atm.% is installed.

本発明の原理的構成の説明図

1: セラミックス
2: 電極
3: セラミックス

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-308402

(P2001-308402A)

(43) 公開日 平成13年11月2日 (2001.11.2)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	キーワード* (参考)
H 0 1 L 41/09		C 0 4 B 35/49	T 2 C 0 5 7
B 4 1 J 2/045		H 0 1 L 41/08	C 4 G 0 3 1
2/055		B 4 1 J 3/04	1 0 3 A
2/16			1 0 3 H
C 0 4 B 35/49		H 0 1 L 41/18	1 0 1 F

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-126947(P2000-126947)

(22) 出願日 平成12年4月27日 (2000. 4. 27)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72) 発明者 近藤 正雄

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号 富士通株式会社内

(74) 代理人 100105337

弁理士 眞鍋 潔 (外3名)

Fターム(参考) 2C057 AF65 AF93 AG39 AG44 AG48

AP16 AP21 AP22 AP57

4G031 AA11 AA12 AA14 AA23 AA32

BA10 CA08 GA06

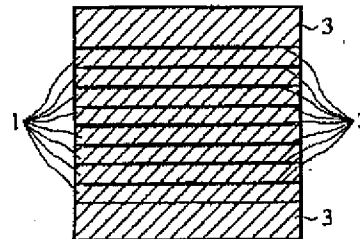
(54) 【発明の名称】 セラミックス圧電素子

(57) 【要約】

【課題】 セラミックス圧電素子に関し、電極として白金やパラジウム等の高価格の金属を用いることなく信頼性を向上する。

【解決手段】 $a\text{PbNi}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3 - b\text{PbTiO}_3 - c\text{PbZrO}_3$ (但し、 $0 \leq a, b, c \leq 1$ 、より好適には、 $0.3 < a < 0.8$ 、 $0.2 < b < 0.7$ 、 $0 < c < 0.5$ 、且つ、 $a+b+c=1$) を主成分とするセラミックス1、特に、セラミックス1の主成分に対し、0.001~1.0重量%の銀を含有したセラミックス1に対して設ける電極2として、銀を主成分とし白金及びパラジウムを含まない電極2、或いは、銀を主成分とし白金及びパラジウムを10原子%以下含有する電極2を設ける。

本発明の原理的構成の説明図



1: セラミックス

2: 電極

3: セラミックス

【特許請求の範囲】

【請求項1】 銀を主成分とし、白金及びパラジウムを含まない電極と、 $a\text{PbNi}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3 - b\text{PbTiO}_3 - c\text{PbZrO}_3$ （但し、 $0 \leq a, b, c \leq 1$ 、且つ、 $a+b+c=1$ ）を主成分とするセラミックスからなることを特徴とするセラミックス圧電素子。

【請求項2】 銀を主成分とし、白金及びパラジウムの含有量が10原子%以下の銀合金からなる電極と、 $a\text{PbNi}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3 - b\text{PbTiO}_3 - c\text{PbZrO}_3$ （但し、 $0 \leq a, b, c \leq 1$ 、且つ、 $a+b+c=1$ ）を主成分とするセラミックスからなることを特徴とするセラミックス圧電素子。

【請求項3】 上記セラミックスに、セラミックスの主成分に対し、0.001～1.0重量%の銀を含有させたことを特徴とする請求項1または2に記載のセラミックス圧電素子。

【請求項4】 上記銀を主成分とした電極から、上記セラミックス中に銀を拡散させることによってセラミックス中に銀を含有させたことを特徴とする請求項1または2に記載のセラミックス圧電素子。

【請求項5】 上記セラミックスの主成分を構成する $a\text{PbNi}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3 - b\text{PbTiO}_3 - c\text{PbZrO}_3$ の組成が、 $0.3 < a < 0.8$ 、 $0.2 < b < 0.7$ 、 $0 < c < 0.5$ の条件を満たすことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のセラミックス圧電素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明はセラミックス圧電素子に関するものであり、特に、インクジェットプリンタ素子、SAW（表面弾性波）フィルタ素子、或いは、マイクロアクチュエータ素子等に広範囲に適用できる圧電素子における小型高性能化及び低コスト化を可能にするための電極材料及び圧電材料の組成に特徴のあるセラミックス圧電素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より圧電素子はインクジェットプリンタのインクジェットヘッドにおけるインク噴出手段やドットインパクトプリンタの圧電アクチュエータとして用いられており、この様な圧電素子を構成する材料としてはPZT（鉛-ジルコニウム-チタン酸化物）等が用いられている。

【0003】このPZTに代表されるように、Pb（鉛）を含有し、且つ、ペロブスカイト構造を有する酸化物は、大きな圧電性を有することが知られており、この大きな圧電性の故に広範に利用されている。

【0004】しかし、鉛含有ペロブスカイト構造酸化物に含まれている鉛は他の金属との反応性が高いため、信頼性の高い圧電素子の内部電極等を形成するために、鉛と反応しにくい、即ち、鉛に対する耐性の大きなPt

（白金）や銀パラジウム合金（例えば、 $\text{Ag}_{70}\text{Pd}_{30}$ ）が電極材料として用いられている。

【0005】即ち、鉛含有ペロブスカイト構造酸化物を用いて圧電素子を形成する場合には、1000℃～1300℃の高温で焼成する必要があるが、Pt（融点1772℃）やPd（融点1554℃）の融点は焼成温度よりも十分高いため、この焼成工程で電極溶融が起こりにくいという長所があるためである。しかし、これらの貴金属は非常に高価であり、且つ、市場価格に影響されやすいという欠点がある。

【0006】また、上述の銀パラジウム合金等の一方、銀含有金属も鉛含有セラミックスの内部電極として良く用いられている。銀は酸化されにくい上に、白金やパラジウムと比較してグラム単価が約1/100であり、安価で魅力的な材料であるが融点が963℃と鉛含有ペロブスカイト構造酸化物の焼成温度より低く、また、鉛は融点が327℃の低融点金属であるため、焼成中に電極材料と反応して合金化し、その融点をさげるために、電極溶融が起こりやすくなるという問題がある。

【0007】したがって、内部電極として銀を単体で用いてセラミックスとの同時焼成で形成しようとする、電極が溶融して局所的に凝縮することによって面内で孤立した島状領域が形成されて断線が起こったり或いはボイドの発生により必要な電極面積が得られなくなる等の問題が発生するため、銀単体ではなく、上述のようにパラジウムとの合金、例えば、 $\text{Ag}_{70}\text{Pd}_{30}$ としてしか利用されていないのが現状である。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上述のように、パラジウムは白金と同様に銀に比べて非常に高価であるため、安価な銀を利用しようとしても、鉛含有ペロブスカイト構造酸化物の焼成温度との関係からパラジウムの合金として使用せざるを得ず、高コスト化の問題を解決することはできなかった。

【0009】したがって、本発明は、電極として白金やパラジウム等の高価格の金属を用いることなく信頼性を向上することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】図1は本発明の原理的構成の説明図であり、この図1を参照して本発明における課題を解決するための手段を説明する。

図1参照

本発明は、セラミックス圧電素子において、 $a\text{PbNi}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3 - b\text{PbTiO}_3 - c\text{PbZrO}_3$ （但し、 $0 \leq a, b, c \leq 1$ 、より好適には、 $0.3 < a < 0.8$ 、 $0.2 < b < 0.7$ 、 $0 < c < 0.5$ 、且つ、 $a+b+c=1$ ）を主成分とするセラミックス1、特に、セラミックス1の主成分に対し、0.001～1.0重量%の銀を含有したセラミックス1に設ける電極2として、銀を主成分とし白金及びパラジウムを

まない電極2、或いは、銀を主成分とし白金及びパラジウムを10原子%以下含有する電極2を設けたことを特徴とする。

【0011】この様に、安価な銀を主成分とし、高価な白金或いはパラジウムを含まず、または、含んでも10原子%以下にすることによって、電極2を安価な材料で構成することができ、それによって、安価な圧電素子を提供することができる。

【0012】また、セラミックス1に、セラミックス1の主成分100に対し、0.001~1.0重量%の銀を含有させることによって、セラミックス1の焼成温度を銀の融点(963℃)より低い、900℃に引き下げることができ、それによって、焼成工程において銀を主成分とした電極2が溶融しないので、断線等が発生しない信頼性の高いセラミックス圧電素子を製造することができる。

【0013】この場合、焼成温度を900℃まで引き下げるためには、銀の含有量は0.001重量%以上にすることが望ましく、また、銀は圧電特性を持たないので、圧電特性の大きな低下を引き起こさないためには、セラミックス1中における銀の含有量は1.0重量%以下にすることが望ましい。

【0014】また、 $aPbNb_{1/3}Nb_{2/3}O_3 - bPbTiO_3 - cPbZrO_3$ の組成は、 $0 \leq a, b, c \leq 1$ 、且つ、 $a+b+c=1$ の条件を満たせば良いが、より優れた圧電特性を得るためには $0.3 < a < 0.8$ 、 $0.2 < b < 0.7$ 、 $0 < c < 0.5$ の条件を満たすようにすることが好適である。

【0015】また、本発明は、上記銀を主成分とした電極2から、上記セラミックス1中に銀を拡散させることによってセラミックス1中に銀を含有させたことを特徴とする。

【0016】セラミックス1中に含有させる銀は、焼成前に予めグリーンシート中に含有させておいても良いが、上記の様に、銀を主成分とした電極材料をペースト状に塗布し、焼成工程においてセラミックス1中に銀を拡散させても良いものである。なお、この場合のセラミックス1中における銀の濃度分布は、拡散プロファイルに沿った濃度分布となり、予め含有させた場合の均一分布とは異なることになる。

【0017】

エチルアルコール
ポリビニルブチラル
フタル酸ジブチル
セルナ501(中京油脂社製商品名)

とする。

【0023】(工程7)次いで、混練したスラリーをミルから取り出し、ボールを分離除去したのち、脱泡器の中に入れてエチルアルコールを蒸発させてスラリーの粘度を調整する。

【発明の実施の形態】ここで、図2及び図3を参照して、本発明の第1の実施の形態のセラミックス圧電素子の製造工程を説明する。なお、図2は、本発明の第1の実施の形態の製造工程のフロー図であり、また、図3は、加圧成形工程におけるグリーンシートの積層状態の説明図である。

図2及び図3参照

(工程1)まず、 PbO 、 NiO 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 、及び、 ZrO_2 の各原料を所定量秤量し、溶媒として純水(H_2O)を用いて、ボールミルによって湿式粉碎しながら混合する。なお、この場合の各原料はいずれも粉末状であり、例えば、各原料がモル%において、 $PbO:NiO:Nb_2O_5:TiO_2:ZrO_2=50:8.3:16.3:17:8$ になるように秤量する。

【0018】(工程2)次いで、湿式混合したスラリーをミルから取り出し、ボールを分離除去したのち、乾燥器中で溶媒の水を蒸発させることによって粉末を乾燥させる。

【0019】(工程3)次いで、乾燥した粉末を電気炉に入れ、例えば、850℃で3時間仮焼成させてペロブスカイト構造を有するニッケルニオブ酸鉛-チタン酸鉛-ジルコン酸鉛の化合物からなる仮焼粉末を得る。

【0020】(工程4)次いで、仮焼粉末に対し、仮焼粉末の重量の0.001~1.0重量%、例えば、0.3重量%に相当する金属銀を添加したのち、再び、溶媒として純水を用いて、ボールミルによって湿式粉碎する。

【0021】(工程5)次いで、湿式粉碎したスラリーをミルから取り出し、ボールを分離除去したのち、乾燥器中で溶媒の水を蒸発させることによって粉末を乾燥させる。

【0022】(工程6)次いで、得られた粉末に対し、溶媒、バインダ、可塑剤、及び、分散剤を添加し、再び、ボールミルを用いて湿式混練する。この場合の溶媒としてはエチルアルコールを、バインダとしてはポリビニルブチラルを、可塑剤としてはフタル酸ジブチルを、分散剤としてはセルナ501(中京油脂社製商品名)を用いるものであり、混合比は粉末100重量部に対して、

35.0重量部
5.0重量部
1.9重量部
1.8重量部

(工程8)次いで、粘度を調整したスラリーをドクターブレード法によって、マイラーシート上に、厚さが、例えば、60 μm になるようにシート状に形成し、乾燥させることによってグリーンシートとする。

(工程9)次いで、乾燥したグリーンシートを切断し、

所定の大きさに打ち抜く。

【0024】(工程10) 次いで、グリーンシート11上に、銀ペーストをスクリーン印刷法によって印刷することによって、厚さが、例えば、4 μ mの内部電極層12を形成する。

(工程11) 次いで、内部電極層12スクリーン印刷したグリーンシート11を13枚重ねるとともに、何も印刷していないグリーンシート13を20枚ずつ積層させて上下に重ねたのち、プレスを用いて、例えば、100℃の熱を加えながら一軸加圧成形する。なお、何も印刷していないグリーンシート13は、全体の厚さが薄い場合に、良好な焼成が行われないために設けるものであり、素子特性には直接影響しないものである。

【0025】(工程12) 次いで、成形した積層体を電気炉において、例えば、500℃で4時間熱処理することによって積層体中のバインダ或いは可塑剤等の有機成分を飛ばして脱脂する。この脱脂工程において、有機成分が除去された部分は空隙となっており、次工程の焼成工程における凝縮によって空隙が埋められるので密度の高いセラミックスを形成することができる。

【0026】(工程13) 次いで、脱脂した積層体を再び電気炉において、963℃以下、例えば、900℃において6時間焼成することによって、 $aPbNi_{1/3}Nb_{2/3}O_3 - bPbTiO_3 - cPbZrO_3$ の組成のセラミックスを得ることができる。なお、この場合、組成比a, b, cは、上記の秤量比の場合には、 $a=0.5$ 、 $b=0.34$ 、 $c=0.16$ となる。

【0027】(工程14) 最後に、得られた焼成体を用途に応じて必要とする所定の大きさ、形状に個別に切断して切り出すことによって多層積層体からなるセラミックス圧電素子の基本構成が得られる。

【0028】次に、図4を参照して、銀添加によるセラミックスの焼成温度の低下効果を説明する。

図4参照

図4は、セラミックスの相対密度-焼成温度特性における銀添加の効果を示す図であり、銀を添加しない場合には、1000℃以上の温度で焼成しなければ所定の圧電特性を有するセラミックスが得られないものの、銀を0.001重量%添加した場合には、1000℃以下において、特に、銀の融点より低い900℃においても、1000℃以上の温度で焼成した場合と同等の相対密度を得ることができる。

【0029】したがって、セラミックス11, 13の焼成温度を内部電極層12を構成する銀の融点である96.3℃より低くするためには、セラミックス11, 13中に0.001重量%以上の銀を含有させることが望ましいことが理解される。

【0030】次に、図5を参照して、セラミックスの圧電定数 d_{33} の銀添加量依存性を説明する。

図5参照

図5は、圧電定数 d_{33} (p m/V)の銀添加量(重量%)依存性を示す図であり、図から明らかなように、銀の添加量が1.0重量%以下であれば、圧電特性がほとんど低下しないことが理解される。

【0031】したがって、セラミックスの圧電特性をほとんど低下させないためには、圧電特性を持たない銀の添加量を1.0重量%以下にすることが望ましく、以上を繰めると、銀の添加量は0.001~1.0重量%の範囲とすることが望ましい。

【0032】以上、説明したように、本発明の第1の実施の形態においては、低価格化のために内部電極として銀を用いる際に、グリーンシート中に予め銀を0.001~1.0重量%含有させることによって焼成温度を銀の融点以下に低下させることができ、それによって、内部電極の溶融による断線等が発生しないので、圧電特性を低下することなく信頼性の高いセラミックス圧電素子を製造することができる。

【0033】次に、図6を参照して、本発明の第2の実施の形態のセラミックス圧電素子の製造工程を説明するが、上記の第1の実施の形態と同様の工程については説明を省略する。なお、図6は本発明の第2の実施の形態の製造工程のフロー図である。

図6参照

まず、上記の第1の実施の形態と全く同様に工程1乃至工程3を行うことによって、ペロブスカイト構造酸化物からなる仮焼粉末を得る。

【0034】(工程4') 次いで、仮焼粉末に対し、銀を添加すること無く、再び、溶媒として純水を用いて、ボールミルによって湿式粉碎する。次いで、再び、上記の第1の実施の形態と全く同様に、工程5乃至工程12を行うことによって、脱脂した積層体を得る。

【0035】(工程13') 次いで、脱脂した積層体を再び電気炉において、963℃以下、例えば、900℃において、1~24時間、例えば、6時間焼成することによって、 $aPbNi_{1/3}Nb_{2/3}O_3 - bPbTiO_3 - cPbZrO_3$ の組成のセラミックスを得ることができる。なお、この焼成工程中に、内部電極を形成するために塗布した銀ペーストを構成する銀がセラミックス中に拡散するので、焼成温度を上記のように通常より低くしても良好な圧電特性を有するセラミックスとすることができる。

【0036】最後に、第1の実施の形態と同様に工程14を行うことによってセラミックス圧電素子の基本構成が得られる。

【0037】この様に、本発明の第2の実施の形態においては、予めグリーンシート中に銀を含有させる必要がないので、工程が若干簡素化される。

【0038】以上、本発明の各実施の形態を説明してきたが、本発明は各実施の形態に記載された構成・条件に限られるものではなく、各種の変更が可能である。例え

ば、内部電極は単体の銀に限られるものではなく、10原子%以下であれば、白金或いはパラジウムを含有させても良いものであり、それによって、多少コストは上昇するものの、セラミックスに含有される鉛に対する耐性が向上するので圧電素子の信頼性は向上することになる。なお、単体の銀を用いる場合にも、厳密に純粋な銀に限られるものではなく、精錬の程度によって不可避免的に含まれる金属不純物或いはペーストの残留物が含まれること、また、セラミックスの構成元素が電極内に拡散することによって電極中に含まれることを否定するものではない。

【0039】また、上記のセラミックスの主成分となる $aPbNi_{1/3}Nb_{2/3}O_3 - bPbTiO_3 - cPbZrO_3$ の組成は任意、即ち、 $0 \leq a, b, c \leq 1$ 、且つ、 $a+b+c=1$ の条件を満たせば良いが、より良好な圧電特性を得るためには、 $0.3 < a < 0.8$ 、 $0.2 < b < 0.7$ 、 $0 < c < 0.5$ の条件を満たすようにすることが望ましい。

【0040】また、上記の各実施の形態においては、内部電極を設けたグリーンシートを積層させた積層型圧電素子として説明しているが、1枚のセラミックスの外面の少なくとも一部に電極を設けたユニモルフ型圧電素子にも適用されるものである。なお、この様な圧電素子の場合には、通常は、圧電素子の伸長方向の主面に圧電性を持たない部材、特に、弾性部材を設けて使用しても良い。

【0041】また、上記の各実施の形態においては、内部電極を設けたグリーンシートを13枚重ねるとともに、その両主面に20枚ずつ積層させた無垢のグリーンシートを重ねているが、それぞれのグリーンシートの枚数は任意であり、得ようとする圧電特性に応じて枚数を設定すれば良いものである。

【0042】また、上記の各実施の形態においては、セラミックスの原料となる各酸化物の粉末を純水を溶媒として湿式混合し、また、仮焼粉末も純水を溶媒として湿式粉碎しているが、溶媒は純水に限られるものではなく、エチルアルコールやアセトン等の有機溶媒を用いても良いものである。

【0043】また、上記の第1の実施の形態においては、仮焼粉末を湿式粉碎する際に金属銀を添加しているが、最終的な焼成工程の前であればいつでも良いものであり、例えば、工程1の各原料の秤量の工程において銀を添加しても良いものである。

【0044】また、上記の各実施の形態における工程1乃至工程14は、典型的な一例を示したものであり、必ずしも厳密にこの工程を経る必要はなく、必要に応じて適宜変更されるものである。

【0045】また、上記の各実施の形態においては、セラミックス圧電素子として説明するだけで、その用途については言及していないものの、本発明のセラミックス

圧電素子はインクジェットプリンタのインクジェットヘッドにおけるインクの吐出を制御する圧電素子として用いることが好適である。また、SAWフィルタ素子、ドットインパクトプリンタのプリントヘッドのワイヤを駆動するマイクロアクチュエータ等にも用いられるものであり、特に用途が限定されるものではない。

【0046】(付記1) 銀を主成分とし、白金及びパラジウムを含まない電極と、 $aPbNi_{1/3}Nb_{2/3}O_3 - bPbTiO_3 - cPbZrO_3$ (但し、 $0 \leq a, b, c \leq 1$ 、且つ、 $a+b+c=1$) を主成分とするセラミックスからなることを特徴とするセラミックス圧電素子。

(付記2) 銀を主成分とし、白金及びパラジウムの含有量が10原子%以下の銀合金からなる電極と、 $aPbNi_{1/3}Nb_{2/3}O_3 - bPbTiO_3 - cPbZrO_3$ (但し、 $0 \leq a, b, c \leq 1$ 、且つ、 $a+b+c=1$) を主成分とするセラミックスからなることを特徴とするセラミックス圧電素子。

(付記3) 上記セラミックスに、セラミックスの主成分に対し、0.001~1.0重量%の銀を含有させたことを特徴とする付記1または2に記載のセラミックス圧電素子。

(付記4) 上記銀を主成分とした電極から、上記セラミックス中に銀を拡散させることによってセラミックス中に銀を含有させたことを特徴とする付記1または2に記載のセラミックス圧電素子。

(付記5) 上記セラミックスの主成分を構成する $aPbNi_{1/3}Nb_{2/3}O_3 - bPbTiO_3 - cPbZrO_3$ の組成が、 $0.3 < a < 0.8$ 、 $0.2 < b < 0.7$ 、 $0 < c < 0.5$ の条件を満たすことを特徴とする付記1乃至4のいずれか1に記載のセラミックス圧電素子。

(付記6) 上記セラミックスの外面の少なくとも一面或いは内面に、上記銀を主成分とした電極を設けたことを特徴とする付記1乃至5のいずれか1に記載のセラミックス圧電素子。

(付記7) 上記銀を主成分とする電極を内部電極を設けたセラミックスを交互に積み重ねて多層化したことを特徴とする付記1乃至5のいずれか1に記載のセラミックス圧電素子。

(付記8) 上記セラミックスと圧電性を持たない部材で、上記電極を挟んだことを特徴とする付記1乃至5のいずれか1に記載のセラミックス圧電素子。

(付記9) 付記1乃至8のいずれか1に記載のセラミックス圧電素子をインク吐出用駆動素子として用いたインクジェットヘッド。

(付記10) 付記9に記載のインクジェットヘッドを組み込んだインクジェットプリンタ。

(付記11) 焼成後に $aPbNi_{1/3}Nb_{2/3}O_3 - bPbTiO_3 - cPbZrO_3$ (但し、 $0 \leq a, b,$

$c \leq 1$ 、且つ、 $a+b+c=1$)を主成分とするセラミックスを構成するグリーンシート中に銀を含有させた状態で焼成を行うことを特徴とするセラミックス圧電素子の製造方法。

【付記12】 焼成後に $a\text{PbNi}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3 - b\text{PbTiO}_3 - c\text{PbZrO}_3$ (但し、 $0 \leq a, b, c \leq 1$ 、且つ、 $a+b+c=1$)を主成分とするセラミックスを構成するグリーンシート上に白金またはパラジウムの含有量が0~10原子%の銀を主成分とするペーストを塗布したのち、焼成することによって銀をセラミックス中に拡散することを特徴とするセラミックス圧電素子の製造方法。

【0047】

【発明の効果】本発明によれば、 $a\text{PbNi}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3 - b\text{PbTiO}_3 - c\text{PbZrO}_3$ を主成分とする鉛含有ペロブスカイト構造酸化物からなるセラミックスの電極、特に、内部電極として銀を主成分とする電極を設けているので、圧電特性の優れたセラミックス圧電素子を安価に製造することができる。

【0048】また、鉛含有ペロブスカイト構造酸化物からなるセラミックス中に銀を含有させているので、セラミックスの焼成温度を銀の融点(963℃)以下にすることができ、それによって、内部電極を構成する銀が焼成工程において溶融することがないので、断線等のない

信頼性の高いセラミックス圧電素子を得ることができ、ひいては、安価で高性能なインクジェットプリンタ等の実用化に寄与するところが大い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理的構成の説明図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態の製造工程のフロー図である。

【図3】本発明の第1の実施の形態の加圧成形工程におけるグリーンシートの積層状態の説明図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態におけるセラミックスの相対密度-焼成温度特性における銀添加効果の説明図である。

【図5】本発明の第1の実施の形態におけるセラミックスの圧電定数 d_{33} -銀含有量特性の説明図である。

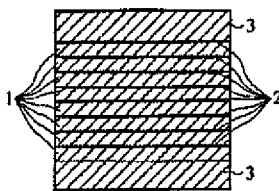
【図6】本発明の第2の実施の形態の製造工程のフロー図である。

【符号の説明】

- 1 セラミックス
- 2 電極
- 3 セラミックス
- 11 セラミックス
- 12 内部電極層
- 13 セラミックス

【図1】

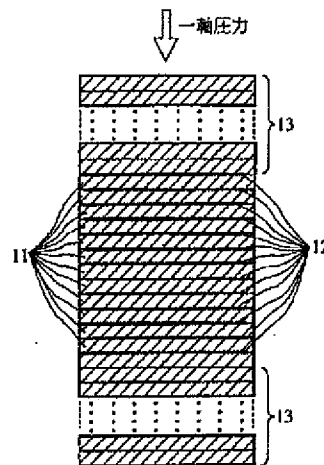
本発明の原理的構成の説明図



- 1: セラミックス
- 2: 電極
- 3: セラミックス

【図3】

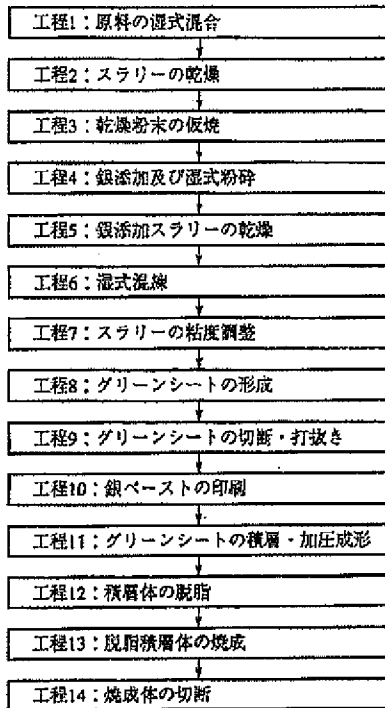
本発明の第1の実施の形態の加圧成形工程におけるグリーンシートの積層状態の説明図



- 11: セラミックス
- 12: 内部電極層
- 13: セラミックス

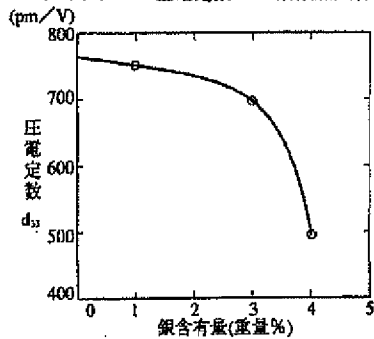
【図2】

本発明の第1の実施の形態の製造工程のフロー図



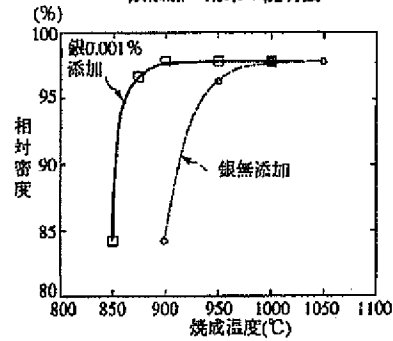
【図5】

セラミックスの圧電定数 d_{33} —銀添加量特性の説明図



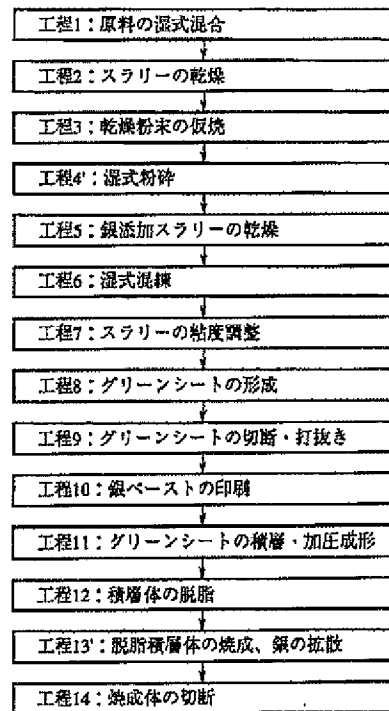
【図4】

セラミックスの相対密度—焼成温度特性における銀添加の効果の説明図



【図6】

本発明の第2の実施の形態の製造工程のフロー図



フロントページの続き